

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 06258496
PUBLICATION DATE : 16-09-94

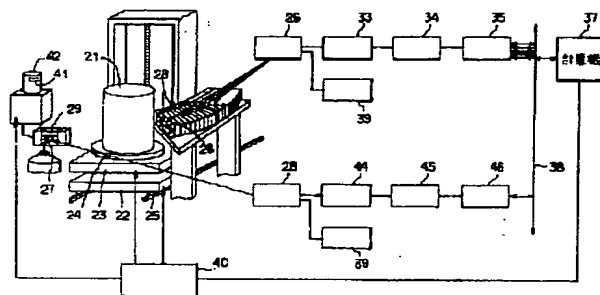
APPLICATION DATE : 04-03-93
APPLICATION NUMBER : 05044107

APPLICANT : TOSHIBA CORP;

INVENTOR : GOTO TETSUO;

INT.CL. : G21F 9/36 G01T 1/167

TITLE : MEASURING APPARATUS OF
ACTIVITY CONCENTRATION FOR
RADIOACTIVE WASTE CONTAINER



ABSTRACT : PURPOSE: To obtain a measuring apparatus of activity concentration for a radioactive waste container which can measure the activity concentration of radioactive waste precisely and correctly irrespective of an activity concentration distribution.

CONSTITUTION: In this measuring apparatus, a Ge detector 27 equipped with collimators 28 and 29 and a plurality of radiation intensity detectors 26 are disposed outside a radioactive waste container 21 so that they can be rotated and moved up and down in relation to this container 21, and each of the detectors 26 detects a radiation count rate signal for each unit of a virtual segment of a prescribed length in the height direction and for each unit of a necessary angle in the direction of rotation. A weight measuring device is provided and a computer 37 computing the average density of a radioactivity filled region from a determined net weight and the radiation count rate signal on the assumption that the capacity of the radioactivity filled region is fixed ' provided. By this computer 37, the amount of radioactivity in the vertical segment of the container 21 is calculated by executing computation for correction of absorption of γ rays of a substance in the container 21, and the amount of the radioactivity in the container 21 is determined by integrating the calculated amount of the radioactivity.

COPYRIGHT: (C) JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-258496

(43) 公開日 平成6年(1994)9月16日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 2 1 F 9/36	5 1 1 P	7381-2G		
G 0 1 T 1/167	C	7204-2G		

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平5-44107

(22) 出願日 平成5年(1993)3月4日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 後藤 哲夫

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株

式会社東芝研究開発センター内

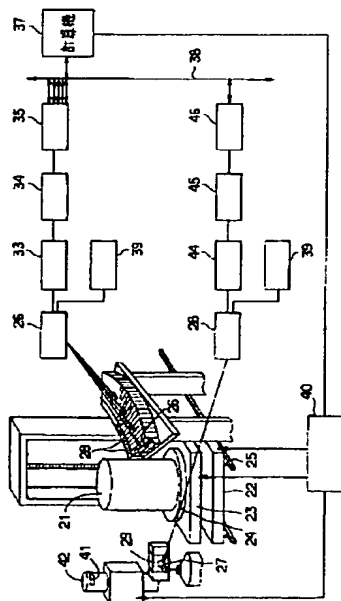
(74) 代理人 弁理士 波多野 久 (外1名)

(54) 【発明の名称】 放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 放射能濃度分布の如何に拘らず、放射性廃棄物の放射能濃度を精度よく正確に測定できる放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置を提供する。

【構成】 本測定装置は、コリメータ28、29を備えたGe検出器27および複数の放射線強度検出器26を放射性廃棄物収納容器21の外部に、この容器21に対し相対的に回転かつ昇降自在に配置し、検出器26は、高さ方向に一定長さの仮想セグメント単位でかつ回転方向に所要角度単位毎に放射線計数率信号を検出する。重量測定装置を設け、求められた正味重量と放射線計数率信号から放射能充填領域の容積を一定と仮定して放射能充填領域の平均密度を演算する計算機37を設ける。この計算機37で、容器21内の物質のγ線の吸収補正計算を行なって容器21の仮想セグメント内の放射能量を算出し、算出放射能量を積算して容器21内の放射能量を求める。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 垂直方向の視野を絞るコリメータを備えたGe検出器および複数の放射線強度検出器を放射性廃棄物収納容器の外部に、この放射性廃棄物収納容器に対し相対的に回転かつ昇降自在に配置し、上記放射線強度検出器は、放射性廃棄物収納容器の高さ方向に一定長さの仮想セグメント単位でかつ回転方向に所要角度単位毎に放射線計数率信号を検出する一方、前記放射性廃棄物収納容器に充填された、放射能充填領域の放射性廃棄物の正味重量を測定する重量測定装置を設け、求められた正味重量と前記放射線計数率信号から放射能充填領域の容積を一定と仮定して放射能充填領域の平均密度を演算する計算機を設け、この計算機は、放射能充填領域の平均密度から放射性廃棄物収納容器の水平断面方向の放射能の相対的強度分布を求め、さらに求められた放射能の相対*

金属層の充填高さ

$$= [(\text{全重量} - \text{空容器重量} - \text{内部容器重量} - \text{空隙充填物重量})$$

$$/ \text{内部容器断面積} - \text{金属層密度} \times \text{廃棄物充填高さ}]$$

$$/ (\text{金属層密度} - \text{ガラス層密度})$$

で求める計算機を設置し、前記放射性廃棄物収納容器の高さ方向に対して一定長さの仮想セグメントが、内部容器、ガラス層-金属層境界部の下部、境界部上部あるいは放射性廃棄物の充填高さの上部にあるか否かによって、水平方向の区分および密度の指定を行なって区分された仮想セグメント内の平均密度を計算機で求める一方、この計算機は、仮想セグメント内の平均密度から放射性廃棄物収納容器の水平断面方向の放射能の相対的強度分布を求め、さらに求められた放射能の相対的強度分布および仮想セグメント内の平均密度とを用い、仮想セグメント毎に得られるGe検出器のγ線エネルギースペクトルにより放射性廃棄物収納容器内の物質によるγ線の吸収補正計算を行なって放射性廃棄物収納容器の仮想セグメント内の放射エネルギーを算出し、算出放射エネルギーを積算して放射性廃棄物収納容器内の放射エネルギーを求めるように設定したことを特徴とする放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置。

【請求項3】 放射性廃棄物収納容器内に内部容器を収容し、この内部容器に高さ方向にガラス層と金属層の2層構造をなす溶融固化体を放射性廃棄物として充填させたものにおいて、垂直方向の視野を絞るコリメータを備えたGe検出器を放射性廃棄物収納容器の外部に、相対的に回転かつ昇降自在に配置し、前記Ge検出器は、放射性廃棄物収納容器の高さ方向に一定長さの仮想セグメント単位でγ線エネルギースペクトル情報を検出する一方、溶融時における溶融金属およびガラス間の核種分配の違いによりCs-137がガラス層に選択的に分配されることを利用してCs-137に相当するγ線光電ピークの有無によりガラス層および金属層の密度で仮想セ

*的強度分布および放射能充填領域の平均密度を用い、放射性廃棄物収納容器の高さ方向に一定間隔毎に得られるGe検出器のγ線エネルギースペクトルから放射性廃棄物収納容器内の物質のγ線の吸収補正計算を行なって放射性廃棄物収納容器の仮想セグメント内の放射エネルギーを算出し、算出放射エネルギーを積算して放射性廃棄物収納容器内の放射エネルギーを求めるように設定したことを特徴とする放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置。

【請求項2】 放射性廃棄物収納容器内に内部容器を収納し、この内部容器に高さ方向にガラス層と金属層の2層構造をなす溶融固化体を放射性廃棄物として充填させたものにおいて、放射性廃棄物収納容器の全重量を測定する重量測定装置を設け、この全重量測定値から金属層の充填高さを次式

【数1】

グメントの内部容器内の密度を代表させる計算機を設ける一方、この計算機は、内部容器および空隙充填材等の存在による放射性廃棄物収納容器の内部構造を仮想セグメントの高さに応じて考慮し、Ge検出器で検出されたγ線エネルギースペクトルを利用して各仮想セグメント単位でγ線の吸収方向性計算を行なって仮想セグメント内の放射エネルギーを算出し、算出放射エネルギーを積算して放射性廃棄物収納容器内の放射エネルギーを求めるように設定したことを特徴とする放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、放射性廃棄物収納容器内の放射能濃度を測定する放射能濃度測定装置に係り、特に埋設処分される放射性廃棄物の埋設後の安全性の見地から要求される放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 放射性廃棄物収納容器内の放射能濃度を測定する放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置には図12に示すものがある。この放射能濃度測定装置1は、放射性廃棄物収納容器としてのドラム缶2を移動台車3の昇降台4に形成されたターンテーブル5上に設置し、γ線エネルギースペクトルを測定する1台のGe検出器6で外部からドラム缶2全体をスパイラル状に相対的に走査し、このGe検出器6でγ線エネルギースペクトルの測定を行なっている。符号7はコリメータである。

【0003】 Ge検出器6で形成されたγ線エネルギースペクトルを解析することによって放射性廃棄物に固有な

γ線の光電ピーク計数率を求め、この光電ピーク計数率に（重量測定結果および放射能の充填領域の容積を既知として除して得られる）平均密度の関数として放射能換算係数を乗することにより核種別放射能に換算する方式であり、この方式により核種別放射能濃度を測定することができる。

【0004】この放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置は、セメント固化体、アスファルト固化体、プラスチック固化体等の密度（充填密度）および放射能ともに均質に近いものの測定に適用される方法である。

【0005】また、別の放射能濃度測定装置として図13に示すものも知られている。この放射能濃度測定装置1Aは、照射γ線線源10による透過γ線によるCT（Computed Tomography）技術を応用し、密度分布、放射能分布を放射性廃棄物収納容器断面方向に同一メッシュで求め、γ線の自己吸収を補正する方式である（文献Nuclear Technology 1992年 12月号、特許18861415号参照）。なお、符号11は照射γ線線源用遮蔽体、符号12はNaI検出器である。

【0006】この放射能濃度測定装置1Aは、原子炉の定期検査時等に発生する配管等を200リットルのドラム缶2に充填した雑固体廃棄物に適用可能な方法として知られている。

【0007】特に放射能濃度測定装置1Aの場合には図14に示すように放射性廃棄物収納容器としての200リットルドラム缶2を高さ方向に複数の仮想セグメント単位に区分し、ドラム缶2を挟んで、図13に示すように、対向位置に置かれたCs-137照射γ線線源10および5台のNaI検出器12を用いて回転方向にγ線減衰一定角度毎に測定することによりドラム缶水平断面方向の密度分布を例えば10×10メッシュで求め、さらに照射γ線線源10をドラム缶2内の収納位置に設定し同一の仮想セグメントの放射線強度をNaI検出器12により外部から一定角度毎にスキャンすることにより放射能分布を例えば10×10メッシュで求める。そして、両者の情報から同一仮想セグメントで測定されるGe検出器6のγ線エネルギースペクトルから得られる光電ピーク計数率の放射能換算係数を算出するものである。

【0008】将来予想される放射性を有する放射性廃棄物である雑固体廃棄物の処分においては処分時の安全性確保の観点から放射性廃棄物収納容器内へ固定化が要求される。

【0009】放射性廃棄物収納容器内への固定化の手段としては、（1）可燃物を一旦焼却後、セメント等で混練し、ドラム缶内に充填したもの等のように比較的密度および放射能濃度ともに均質に近いもの、（2）細密破砕後同様にセメントで混練したもの等のように放射能の遷在が予想されるが密度については比較的均質に近いもの、（3）図7に示すように金属を溶融し一定形状のキ

ャニスタ容器に入れ冷却後、キャニスタ容器ごとドラム缶に入れ空隙部をモルタル充填したもの等、放射能充填領域の内部では比較的密度の均一性が良好であるがキャニスタ容器内に一定の構造を有するもの、（4）金属をそのままモルタル充填固化したもので密度的に局部を除き比較的均一に近いものの放射能的には不均一なものに分類される。

【0010】いずれも固定化処理を行なう前の未処理状態の雑固体に比べて充填密度が高いことが特徴である。

10 【0011】

【発明が解決しようとする課題】放射性廃棄物の密度あるいは放射能のいずれについても不均一である場合の放射能濃度測定対策として従来の照射γ線線源およびCT技術を用いた放射能濃度測定方式がある。この測定方式を雑固体廃棄物の処分時に発生する放射性廃棄物を含む収納容器の放射能測定に適用する場合については、以下のような問題点があった。

【0012】放射性廃棄物の処分のために固定化処理を行なった場合、廃棄物の密度が高くなってしまい、照射γ線線源として透過度が強く、また収容容器内の放射性物質の放射能強度が高い場合、透過γ線の減衰が大きく、収容容器内で発生するγ線との区別ができなくなる。透過γ線と発生γ線とを区別するためには、強度の強い照射γ線線源を用いる必要があり、法律、輸送上の制約だけでなく、遮蔽の大型化の問題、被曝上の問題等が生じるおそれがあるため、適用が制約される問題点があった。

【0013】一方、放射性廃棄物収納容器であるドラム缶全体を外部からGe検出器でγ線測定し内部の構造が一定であると仮定して重量測定値から収容容器全体の平均密度を求め、γ線吸収補正計算を行なう従来の放射能濃度測定方式は、密度が高くかつ密度あるいは放射能の遷在のおそれがある場合には測定精度が悪くなるおそれがある。

【0014】一例として、密度4の場合に放射能を均質として換算係数を求めた場合、200リットルドラム缶中心からの位置の変動により比較的透過率の高いCo-60のγ線の場合にも図15に示すように極端な過小あるいは過大評価を生ずるおそれがある。

【0015】従来の放射能濃度測定方式を、密度および放射能がほぼ均一と見做される放射性廃棄物を収納したもの（（1）のケース）に適用した場合には比較的良好な精度で測定が可能であり、かつきわめて構成が単純なためコスト、保守等の観点から利点を有している。

【0016】しかしながら、従来の放射能濃度測定方式を（3）に分類される放射性廃棄物容器内部に構造を有する廃棄物に適用する場合には金属層あるいはガラス層内の密度あるいは放射能は比較的均質であるが高さ方向により密度あるいは核種組成が極端に違うため、Ge検出器のドラム缶全体の測定を測定したγ線エネルギー

ベクトルに対して重量から求められる平均密度から一括した換算係数を一律に乗ずる方法では測定精度が悪くなる。

【0017】本発明は、上述した事情を考慮してなされたもので、放射能濃度分布の如何に拘らず、放射性廃棄物の放射能濃度を精度よく正確に測定できる放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置を提供することを目的とする。

【0018】本発明の他の目的は、測定対象となる放射性廃棄物収納容器内の放射線強度が高い場合にも適用可能で放射性廃棄物の放射能濃度を精度よく測定できる放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置を提供することにある。

【0019】本発明のさらに他の目的は、照射γ線線源等の照射放射線源を用いなくても、また照射放射線源を用いた場合でも非常に弱い強度の照射放射線により放射性廃棄物の放射能濃度を充分かつ精度よく測定できる放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置を提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明に係る放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置は、上述した課題を解決するために、請求項1に記載したように、垂直方向の視野を絞るコリメータを備えたGe検出器および複数の放射線強度検出器を放射性廃棄物収納容器の外部に、この放射性廃棄物収納容器に対し相対的に回転かつ昇降自在に配置し、上記放射線強度検出器は、放射性廃棄物収

金属層の充填高さ

= [(全重量 - 空容器重量 - 内部容器重量 - 空隙充填物重量)

／内部容器断面積 - 金属層密度 × 廃棄物充填高さ]

／(金属層密度 - ガラス層密度)

で求める計算機を設置し、前記放射性廃棄物収納容器の高さ方向に対して一定長さの仮想セグメントが、内部容器、ガラス層 - 金属層境界部の下部、境界部上部あるいは放射性廃棄物の充填高さの上部にあるか否かによって、水平方向の区分および密度の指定を行なって区分された仮想セグメント内の平均密度を計算機で求める一方、この計算機は、仮想セグメント内の平均密度から放射性廃棄物収納容器の水平断面方向の放射能の相対的強度分布を求め、さらに求められた放射能の相対的強度分布および仮想セグメント内の平均密度とを用い、仮想セグメント毎に得られるGe検出器のγ線エネルギーベクトルにより放射性廃棄物収納容器内の物質によるγ線の吸収補正計算を行なって放射性廃棄物収納容器の仮想セグメント内の放射エネルギーを算出し、算出放射エネルギーを積算して放射性廃棄物収納容器内の放射エネルギーを求めるように設定したものである。

【0022】さらに、本発明に係る放射性廃棄物収納

* 納容器の高さ方向に一定長さの仮想セグメント単位でかつ回転方向に所要角度単位毎に放射線計数率信号を検出する一方、前記放射性廃棄物収納容器に充填された、放射能充填領域の放射性廃棄物の正味重量を測定する重量測定装置を設け、求められた正味重量と前記放射線計数率信号から放射能充填領域の容積を一定と仮定して放射能充填領域の平均密度を演算する計算機を設け、この計算機は、放射能充填領域の平均密度から放射性廃棄物容器の水平断面方向の放射能の相対的強度分布を求め、さらに求められた放射能の相対的強度分布および放射能充填領域の平均密度を用い、放射性廃棄物収納容器の高さ方向に一定間隔毎に得られるGe検出器のγ線エネルギーベクトルから放射性廃棄物収納容器内の物質のγ線の吸収補正計算を行なって放射性廃棄物収納容器の仮想セグメント内の放射エネルギーを算出し、算出放射エネルギーを積算して放射性廃棄物収納容器内の放射エネルギーを求めるように設定したものである。

【0021】また、上述した課題を解決するために、本発明に係る放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置は、請求項2に記載したように、放射性廃棄物収納容器内に内部容器を収納し、この内部容器に高さ方向にガラス層と金属層の2層構造をなす溶融固化体を放射性廃棄物として充填させたものにおいて、放射性廃棄物収納容器の全重量を測定する重量測定装置を設け、この全重量測定値から金属層の充填高さを次式

【数2】

器用放射能濃度測定装置は、上述した課題を解決するために、請求項3に記載したように、放射性廃棄物収納容器内に内部容器を収容し、この内部容器に高さ方向にガラス層と金属層の2層構造をなす溶融固化体を放射性廃棄物として充填させたものにおいて、垂直方向の視野を絞るコリメータを備えたGe検出器を放射性廃棄物収納容器の外部に、相対的に回転かつ昇降自在に配置し、前記Ge検出器は、放射性廃棄物収納容器の高さ方向に一定長さの仮想セグメント単位でγ線エネルギーベクトル情報を検出する一方、溶融時における溶融金属およびガラス間の核種分配の違いによりCs-137がガラス層に選択的に分配されることを利用してCs-137に相当するγ線光電ピークの有無によりガラス層および金属層の密度で仮想セグメントの内部容器内の密度を代表させる計算機を設ける一方、この計算機は、内部容器および空隙充填材等の存在による放射性廃棄物収納容器の内部構造を仮想セグメントの高さに応じて考慮し、Ge検

出器で検出された γ 線エネルギースペクトルを利用して各仮想セグメント単位で γ 線の吸収性計算を行なって仮想セグメント内の放射能量を算出し、算出放射能量を積算して放射性廃棄物収納容器内の放射能量を求めるように設定したものである。

【0023】

【作用】この放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置は、放射性廃棄物収納容器の高さ方向に一定間隔で仮想的に分割した仮想セグメント単位で放射性廃棄物機能容器の水平断面方向の放射能分布およびGe検出器による γ 線エネルギースペクトルを測定し、測定された放射能分布を用い、放射性廃棄物収納容器の高さ方向の一定間隔位置で個々に水平断面方向に γ 線がGe検出器に到達するまでの減衰計算を行なうことにより放射性廃棄物収納容器内部で発生した γ 線が受ける減衰補正を行ない、Ge検出器のデータから上記仮想セグメント単位の放射能量の演算を行ない、その合計値として廃棄物収納容器全体の正確な放射能量を可能とするものである。

【0024】この計算の際、外部照射線源を用いて密度分布を測定することなく、放射性廃棄物の性状に応じ、重量測定値、受動的に測定される放射線の高さ方向の変化または照射 γ 線線源を密度分布測定に用いる従来の方式に比べ強度の低い照射 γ 線線源を用い放射性廃棄物収納容器の高さ方向の変化から充填境界部を求めることにより仮想セグメント単位の平均密度を用いることに特徴がある。このため、従来の照射線源およびCT技術を用いた方法に比べ照射線源が不要となったり、または使用する照射線源の強度を少なくすることが可能となる。

【0025】

【実施例】以下、本発明に係る放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置の一実施例について添付図面を参照して説明する。

【0026】図1は本発明に係る放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置20の一例を示すもので、例えば200リットルのドラム缶のような円筒形の放射性廃棄物収納容器21を測定対象とする例を示すものである。

【0027】この放射能濃度測定装置20は、移動台車22の昇降台23に設けられたターンテーブル24上に放射性廃棄物収納容器21が設置される。移動台車22はレール25上を走行自在に支持される一方、放射性廃棄物収納容器21の周りには複数台の放射線強度検出器26およびGe検出器27が放射性廃棄物収納容器21の外部にかつぽば同一平面上に設置される。放射線強度検出器26としてNaI検出器、CsI検出器等が用いられ、この放射線強度検出器26の前面に矩形的開口部を有するコリメータ28が配置され、このコリメータ28で垂直方向の視野を絞っている。

【0028】一方、Ge検出器27の前面には放射性廃棄物収納容器21の高さ方向に絞込みを行なったコリメータ29が配置される。Ge検出器27および放射線

強度検出器26は、コリメータ28、29により視野が高さ方向に制限され放射性廃棄物収納容器21としてのドラム缶を高さ方向に薄い仮想セグメントに分割して測定し得るようになっている(図14参照)。

【0029】放射線強度検出器26とGe検出器27の検出器高さ方向の視野は仮想的な分割数の程度に応じて図14に示す仮想セグメント13毎にコリメータ28、29にて絞り、ほぼ同一の長さとするのが望ましく、通常、ドラム缶の中心位置で例えば10cm程度とする。測定対象容器である放射性廃棄物収納容器21はターンテーブル24により回転しながら昇降台23の昇降作用により一定速度で昇降を行なうか、上記仮想セグメント13の高さに応じてステップ状に上昇しその後回転する間欠的動作を行なってもよい。回転方向には図2(A)および(B)に示すように回転位置方向検出器30により一定角度毎に、また、上昇方向には仮想的な分割数に応じた一定間隔の高さ方向位置検出器31からの位置検出信号が出力される。

【0030】図3に示すように各放射線強度検出器26からの放射線計数率情報は線形増幅器33および波高弁別器34を通り、多重チャンネルスケーラ35に供給され、放射性廃棄物収納容器21の高さ方向および回転方向の位置に対応した一定時間毎のチャンネル計数率情報として収納される。計数開始および計数終了は、ターンテーブル24の昇降機構に付属した高さ方向位置検出器(リミットスイッチ)31からの信号により計算機37を通じて行なわれる。計測終了後、多重カウンタスケーラ35からの出力情報は、インタフェースバス38を通じて計算機37に取り込まれ、放射能分布情報として解析処理される。符号39は高圧電源である。

【0031】符号40はこの放射能濃度測定装置20の移動台車22や昇降台23、計数機37等の作動制御を行なう制御パネルである。符号41は照射放射線線源としての照射 γ 線線源であり、符号42は照射 γ 線線源用遮蔽体である。

【0032】また、Ge検出器27の検出信号は線形増幅器33およびAD変換器45によりデジタル信号に変換され(高さ方向の位置信号に応じて分割される仮想的な仮想セグメントに対応し)、波高分布スペクトルとしてプロセスメモリ46に一旦取り込まれた後、インタフェースバス38を通じて計算機37へ取り込まれる。

【0033】一方、放射能分布情報の解析に必要な各仮想セグメント13の断面に相当する放射能の充填領域の密度については図2で示したようにターンテーブル24下部に設置された重量測定装置としてのロードセル48による容器重量測定結果を用いて計算される。この際、放射能充填領域の容積の情報が必要なため実際の対象の性状に応じて以下に示すような種々の方式が適用される。

【0034】比較的放射能充填領域の密度変動の少ない

と想定されるものについてはロードセル48からの重量情報のみを用い、内部容器等に収納しない構造のものについては予め与えられた空容器の重量を引き去ることにより正味の内容物重量（正味重量）に換算し、充填境界高さを一定として得られる放射性廃棄物収納容器内容積で除すことにより放射能の充填領域の平均密度が図3に示す計算機37により求められる。

【0035】この計算機37は、放射能充填領域の平均密度から放射性廃棄物収納容器21の水平断面方向の放射能の相対的強度分布を求める。上記計算機37は求められた放射能の相対的強度分布および放射能充填領域の平均密度を用い、さらに放射性廃棄物の高さ方向に一定間隔毎に得られるGe検出器の γ 線エネルギースペクトル分析により放射性廃棄物収納容器21内の放射性物質の γ 線の吸収補正計算を行なって、放射性廃棄物収納容器21内の仮想セグメント内の放射線量を算出する。

【0036】算出された放射線線量を計算機37により各仮想セグメント13毎に積算して放射性廃棄物収納容器内の総放射線量を求める。この総放射線量により放射性廃棄物の容積とから放射能の濃度を求めることができる。

【0037】このように、この放射能濃度測定装置においては、正味重量から求められる平均密度を用いて仮想セグメント内の密度として代表させる代りに、放射線強度検出器26あるいはGe検出器27のうち少なくとも1つの検出器により放射性廃棄物収納容器21側面の高さ移動方向の放射線計数率信号の高さ方向の変化を求め、この結果から放射能を含有する領域の充填高さを求め、収納容器21の内面積の積から放射能の充填領域の容積を求め、除することにより放射能の充填領域の平均密度を算出し仮想セグメントが充填高さの下部または上部にあるかによって平均密度または空隙で代表するようにしてもよい。

【0038】図4は本発明に係る放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置の第2実施例を示すものである。

【0039】この実施例で示された放射能濃度測定装置20Aは、図1で示した放射能濃度測定装置20に、外部放射線源としての照射 γ 線線源41を加設したもので、他の構成は実質的に異ならないので、同一符号を付して説明を省略する。

【0040】照射 γ 線線源41は、照射 γ 線遮蔽体42で覆われており、放射性廃棄物収納容器21を中にして放射線強度検出器26またはGe検出器27と対向して設置される。放射線強度検出器26で検出された検出信号は図3に示すように線形増幅器33および波高弁別器34を経て多重チャンネルスケラ（多重カウンタスケラ）35に送られ、続いてこの多重チャンネルスケラ35から計算機37に取り込まれる。

【0041】また、放射性廃棄物収納容器21を昇降台23の昇降駆動により放射線強度検出器26（Ge検出

器27）に対して相対的に移動させ、測定される放射性廃棄物収納容器21側面に沿う高さ方向の透過放射線である透過 γ 線の変化から放射性廃棄物の充填境界が解析され、重量データから平均密度が計算される。

【0042】この重量データから平均密度を測定し、境界高さを求める代りとして、Ge検出器27または放射線強度検出器26の出力を高さ方向に取得し、溶融金属およびガラス間の密度差、材質差による境界での放射線強度分布の差から両者の境界高さを求め、仮想セグメントが境界高さの上面あるいは下面にあるかによってそれぞれガラスおよび金属の密度で代表させるようにしてもよい。

【0043】さらに、放射線強度検出器26の γ 線出力をCs-138の662KeV相当エネルギー領域およびCo-60の1173KeVまたは1332KeV相当エネルギー領域にエネルギー弁別し、それぞれの放射線の強度情報を放射性廃棄物収納容器21の高さ方向に取得し、溶融金属およびガラス間の溶融時の核種組成の違いによるCs-137およびCo-60の核種組成の違いによる放射線強度の相対的变化から境界高さを求め、仮想セグメント13が境界高さの上面あるいは下面にあるかによってそれぞれガラスおよび金属の密度で内部容器の内側の密度を代表させるようにしてもよい。

【0044】また、溶融金属およびガラス間の溶融時の核種分配の違いによりCs-137が選択的にガラス層に分配されることを利用しGe検出器27の γ 線エネルギースペクトル出力からCs-137の662KeVに相当する γ 線光電ピークの有無によりそれぞれガラス層および金属層の密度で仮想セグメントの内容器の内側の密度を代表させるようにしてもよい。

【0045】さらにまた、照射 γ 線線源41を放射性廃棄物収納容器21を挟んで放射線強度検出器26と対向位置に設置し、透過 γ 線の強度変化を高さ方向に取得し境界を求め、仮想セグメント13がこの境界高さの上面あるいは下面にあるかによってそれぞれガラスおよび金属の密度で代表させるようにしてもよく、また、照射 γ 線線源41を放射性廃棄物収納容器21を挟んで少なくとも1台の放射線強度検出器26と対向位置に設置し、透過 γ 線の減弱率から算出される仮想セグメントの平均密度で代表させるようにしてもよい。

【0046】図5は放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置の第3実施例であり、この放射能濃度測定装置は放射性廃棄物収納容器21内に溶融固化体が多層状に収納される場合に適用される回路例を示す。

【0047】この実施例に示された回路例は、Ge検出器27あるいは放射線強度検出器26のいずれか1台の増幅器33からの出力信号を2台の波高分析器によりCs-137およびCo-60のエネルギー領域に相当する信号として2系統の多重カウンタスケラ35を通じて計算機37に入力する。

【0048】放射性廃棄物収納容器21内に金属層およびガラス層の溶融固化体が放射性廃棄物として収納される場合、金属層においてはC0-60が多く、またガラス層についてはCs-137が主成分であるため、両者の溶融固化体の放射線計数率の高さ方向の変化からガラス層上面、ガラス層-金属層の境界位置が判定できる。境界位置の上面あるいは下面に金属層あるいはガラス層があるか否かによって仮想セグメント13内の放射能分布および放射線量の算出に必要な仮想セグメント13内の平均密度をそれぞれの材質で代表させる。

【0049】また、境界位置の判定はGe検出器27のγ線エネルギースペクトル情報を用い、各仮想セグメント13でCs-137およびCo-60の光電ピークが検出されたか否かの判定を計算機37で行ない、Cs-137の光電ピークが検出された場合にはガラス層、後者Co-60の光電ピークが検出された場合には金属層の密度で代表させる方法も可能である。

【0050】また、図6で示す実施例はGe検出器27と駆動機構の単純な構成をしており、Ge検出器27の高さ方向のみを高さ方向位置検出器31により測定し、位置検出信号と同期させる形で高さ方向に一定間隔の仮想セグメント単位でγ線エネルギースペクトルを測定し、Cs-137およびCo-60の光電ピークが検出されたか否かの判定を計算機37で行ない、Cs-137の光電ピークが検出された場合には放射性廃棄物収納容器21のガラス層、Co-60の光電ピークが検出された場合には金属層に相当する断面を測定していると判定する。さらにCs-137およびCo-60の光電ピーク計数率に図8および図9に示す放射性廃棄物収納容器21の水平断面のγ線吸収および各層での自己吸収を考慮した異なる換算係数を乗ずることにより仮想セグメント*

評価密度

= (放射性廃棄物収納容器を含む全重量-放射能充填部以外の重量)

／放射能充填領域容積

..... (1)

【0055】また、同様な固化体条件で放射能充填領域の高さが変化する場合には放射性廃棄物機能容器21側面方向に放射線強度変化を測定することにより放射線計数率信号の高さ方向の変化および外部照射線源からの透過γ線の強度変化から放射能を含有する領域の充填高さを求め、この充填高さに放射性廃棄物収納容器21の内面積の積から放射能の充填領域を求め、固化体条件の正味重量を放射能充填領域の容積で除することにより放射能の充填領域の平均密度を算出する手法を適用する。

【0056】この場合は、充填高さより低い仮想セグメントについては平均密度を算出する手法を使用し、充填領域の上部の仮想セグメントでは密度を0とする。なお、外部照射線線源41については上部の空隙部を検出

*単位の放射線量を求めることができる。

【0051】次に、放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置の作用を説明する。

【0052】この放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置は、放射性廃棄物の密度は高いが処理の結果放射性廃棄物の内部が比較的均質で不均一な放射能分布を持つ試料についても従来のCT技術を応用した測定法を適用可能にしようとするものである。このため、照射γ線線源41および複数の放射線強度検出器26による透過率測定による仮想セグメント単位の密度分布の測定の代りとして放射性廃棄物収納容器21中の放射性廃棄物の仮想セグメント単位の平均密度を放射性廃棄物の性状に応じて測定評価し、放射能分布および放射線量評価に用いる。仮想セグメント単位の平均密度を求める方法は放射性廃棄物の製造過程、種類などの事前情報から種々の方法を組み合わせて行なう。

【0053】まず、放射能充填領域において密度差、材質差の内部構造を有しない放射性廃棄物収納容器21については、図1に示すように、放射性廃棄物収納容器21の放射能濃度測定装置20に付属、あるいは別途測定した重量測定装置であるロードセル48(図2参照)からの重量情報から放射性廃棄物収納容器21の重量を差し引き、放射能を含有する領域の正味重量を求め、放射能の充填領域の容積を一定と仮定し、計算機37にて正味重量を容積で除することにより放射能の充填領域の平均密度(評価密度)を算出する手法(下式)を適用する。仮想セグメント単位の平均密度はいずれの場所でも一定とする。

【0054】

【数3】

すれば良いため、放射性廃棄物の密度に依存せず比較的数量の低いもので充分である。

【0057】高さ方向に密度、材質差の違いによる複数(ガラス層:a層、金属層:b層)の層状の内部構造を有する溶融金属を含有した図7に示す放射性廃棄物収納容器について充填高さlおよびキャニスタとしての内部容器50の廃棄物の充填高さtがいずれも一定に管理されていたり、あるいは製造時に測定されている場合には重量測定装置で測定される全重量を用い、耐火性セラミック容器の内断面積、放射性廃棄物収納容器21内容積、キャニスタ容器50重量、金属層b層およびガラス層a層の密度、といった既知の量を用い金属層bおよびガラス層aのそれぞれの放射能充填領域境界高さを下記

(8)

特開平6-258496

13

14

に示す式で求めることができる。

*【数4】

【0058】

*

a層充填高さ

= [(全重量-空容器重量-内部容器重量-空隙充填物重量)

/内部容器断面積-a層密度×廃棄物充填高さ]

/ (a層密度-b層密度)

..... (2)

【数5】

b層充填高さ = t - a層充填高さ

..... (3)

ここで、

※ ※【数6】

空隙充填部重量 = 空隙充填部容積 × 充填材密度

..... (4)

【数7】

空隙充填部容積 = 放射性廃棄物収納容器内断面積 × l - 内部容器容積

- 内容器断面積 × t

..... (5)

である。なお、符号Cはモルタルである。

【0059】本測定結果により仮想セグメントの高さの上下関係により図8および図9(A)および(B)に示すような密度の異なる同心円状の密度を放射能分布評価上のメッシュに面積を考慮し割り振り放射能分布評価のための入力データとする。

【0060】仮に放射性廃棄物収納容器21の充填高さlが未知の場合には、外部照射線源41の透過により求めることが可能である。

【0061】一方、内部容器50の放射性廃棄物の充填高さtについてはGe検出器27または放射線強度検出器26の出力分布を高さ方向に取得し、図10に示すように溶融金属層bおよびガラス層a間の密度差、材質差による境界での放射線強度分布の差が両者の境界を求め、キャニスタ容器50の内容積、金属の理論密度、全体重量、キャニスタ容器50重量等を考慮して金属層bおよびガラス層aのそれぞれの放射能充填領域境界高さを求めることが可能である。

【0062】また、溶融の際、ガラス層aおよび金属層bにそれぞれ高エネルギーγ線を発生するCs-137およびCo-60が選択的に濃縮されることからGe検出器27または放射線強度検出器26のγ線出力をCs-137の相当領域およびCo-60の相当領域にエネルギー弁別しそれぞれのγ線エネルギースペクトルの強度情報を放射性廃棄物収納容器21の高さ方向に取得し、放射★

★線強度の相対的变化から金属層bとガラス層aの境界を求める手法も同様に適用可能である。

【0063】また、放射性廃棄物収納容器21の高さ方向に密度差が生じることから照射γ線線源41を放射性廃棄物収納容器21を挟んで放射線強度検出器26と同様に適用し得る。この測定手法については高さ方向の透過強度を測定すればよい。回転方向に一定角度毎に測定する必要な照射γ線線源41とCT技術を用いた測定法に比べ測定時間を長くとれる関係で線源強度は低いもので充分使用可能である。

【0064】放射能分布の測定については仮想セグメント平均密度の測定評価結果を用い、下記に述べる方法で種々の密度を測定する放射性廃棄物収納容器21の外部にGe検出器27および複数台の放射線強度検出器26を配置しそれぞれの検出器前面におかれた垂直方向に絞り込みを行なったコリメータ28、29により測定対象を仮想的に複数の仮想セグメントに分割しさらに各仮想セグメント単位で回転方向に一定角度おきの強度情報を得、放射性廃棄物収納容器21の断面方向の放射能分布を求める。

【0065】この放射能分布については、回転角度θ位置におけるk番目の放射線強度検出器26の計数率C_kより以下の式に基づいて解析を行なう。

【0066】

【数8】

$$C_k^\theta = \sum_{(i,j) \in V_k} \theta G_{ij} \times a_{ij} \quad \dots\dots (6)$$

ここでa_{ij}はメッシュ(i, j)における放射線量、G_{ij}は密度の分布およびγ線の吸収考慮した幾何学的重みである。メッシュ(i, j)に関わる合計は放射線強度検出器26のコリメータ28の開口部からの視野V_kに入るものの全てとする。

【0067】G_{ij}はドラム缶の断面を考慮すれば密度の分布ρ_{ij}の関数として次式で計算される。

【0068】

【数9】

$$G_{ij} = g_{ij} \times \exp [(-\sum \mu'_{km} \times T_{km})] \quad \cdots \cdots (7)$$

ここで g_{ij} はメッシュ(1, j)から放射能強度検出器26を見込む幾何学的重みである。メッシュ(k, m)はメッシュ(1, j)とコリメータ28の間にある全てのメッシュを表わす。 T_{km} はメッシュ(k, m)の横断距離であり、 μ'_{km} はメッシュ(k, m)内の γ 線の線吸収係数であり、メッシュ内の密度分布と放射性廃棄物に対する γ 線の質量吸収係数の積であり、 γ 線のエネルギーに依存する。

【0069】放射能分布の算出には上の2つの式を解くことにより求められるが厳密には γ 線の透過度補正により放射能分布と同一のメッシュで密度分布を求める必要がある。しかしながら、放射性廃棄物収納容器21内の放射性廃棄物の性状によりほぼ均質と考えられる場合には、平均密度の一定値として解くことが可能である。

【0070】また、金属の溶融固化体のように容器高さ方向および半径方向に構造を有するものについては各断面において既知の同心円状構造となり各仮想セグメント*

$$A = R(\rho, E) \times F \times c$$

不均質補正係数Fは一例として次式に示すように2次元積分を仮想セグメントに相当する容器断面(x, y)で実施することによりGe検出器27による外部からの測定における相対効率Gを求めることにより行なう。

$$G \propto \int_0^{2\pi} \int_A \frac{a(x, y) \Delta\omega(x, y)}{4\pi} \exp[-\int \mu(l) dl] dA d\theta \quad \cdots \cdots (10)$$

ここで、 A : ドラム缶内エリア
a : 点(x, y)における放射能分布
 $\Delta\omega$: 点(x, y)よりGe(101)検出器を見た立体角
 $\mu(l)$: 点(x, y)よりGe(101)検出器方向にlの長さの点の線吸収係数

G'はある仮想セグメントにおける放射能分布a(x, y)を全て一定の平均密度 ρ で置き換えたものである。

【0074】本式においても放射能分布の他に密度分布が必要であるが放射能分布の算出時と同様に対象仮想セグメント単位で上述のように評価される密度情報で近似が可能である。

【0075】こうして得られた仮想セグメント単位の放射能を求め、その合計値として放射性廃棄物収納容器21全体の放射能濃度分布を求める。

【0076】また、溶融固化体の測定を行なう場合でかつ放射性廃棄物収納容器21内部の密度あるいは放射能が比較的均質な場合と想定される場合には上記手法の装置構成から放射線強度検出器26を除くより簡素なGe検出器27が1台のみの構成によって下記的手法により正確な放射能評価が可能である。

【0077】本測定法では高さ方向の構造を正確に考慮

*単位で廃棄物の充填部については放射性廃棄物上面位置(a)、溶融金属層bとガラス層aとの境界位置に対する上部または下部に仮想セグメントが相当するか否かの如何によって空隙充填物、金属またはガラスの密度を入力する。

【0071】こうして得られた放射能分布からエネルギーEなる γ 線を放出する特定核種の放射能Aを求めるにはGe検出器27により各仮想セグメント単位で得られる γ 線のあるエネルギーEに相当する光電ピーク計数率cから放射能を求めるときには次式に示すように仮想セグメント内が均質であるとして平均密度 ρ から計算される均質の仮想セグメントに対する換算係数R(ρ , E)に放射性廃棄物収納容器21内の放射性廃棄物による γ 線吸収補正計算を行ない、放射能の分布a(x, y)を考慮した不均質補正係数Fを掛け合せることによる。

【0072】

【数10】

$$\cdots \cdots (8)$$

※【0073】

【数11】

$$F = G/G' \quad \cdots \cdots (9)$$

【数12】

するため、上記手法と同様にGe検出器27前面におかれた垂直方向に視野を絞ったコリメータ29および図2に示す高さ方向位置検出器31により放射性廃棄物収納容器21を垂直方向に複数の仮想セグメントに分割する。

【0078】溶融固化体は金属層bおよびガラス層aにおいて放射性廃棄物中に含まれるCo-60およびCs-137が選択的にそれぞれ分配される。このため、Ge検出器27の高さ方向位置が金属層bと同一面の場合、すなわち仮想セグメント内に金属層bのみが含まれる場合にはCo-60の1173KeV、1332KeVの γ 線のみが検出され、ガラス層aに含まれるCs-137の662KeVの γ 線はコリメータ29の遮蔽効果により検出されない。一方、仮想セグメント内にガラス層aのみが含まれる場合には逆の関係が成り立つ。なお、金属層bとガラス層aの境界位置に仮想セグメント

が含まれる場合にはCs-137境界に従って各放射線の前者の場合および後者の場合で測定上、金属層bおよびガラス層aから発生するγ線がGe検出器27に到達する上でそれぞれ図8の同心円で示される断面での各線吸収および放射線の充填部での自己吸収を考慮してやれ*

仮想セグメントの放射能評価値

=容器の肉厚による吸収補正×内容器等による吸収補正

×廃棄物の自己吸収補正×光電ピーク計数率

…… (11)

こうして得られた仮想セグメント単位の放射能を求め、その合計値として放射性廃棄物収納容器21全体の放射能濃度分布を求める。

【0080】図11は本発明に係る放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置を用いて測定した一例を示す。

【0081】この測定例において符号Xは放射能の分布を考慮しない従来の測定方式の場合で200リットルドラム缶を放射性廃棄物収納容器として用い、内部に平均密度4.0g/cm³の鉄粉入りモルタルを充填しCo-60の点状外部照射線源をドラム缶中心から種々の位置に配置したものを測定した場合の例である。一方、本発明の測定例は符号Xで示しており、この放射能測定装置および方法により高さ方向を9つの仮想セグメントに分割し各仮想セグメントに対し、放射線強度検出器として10台のNaI検出器によりドラム缶周囲方向、例えば中心角5°置きに放射線計数率を計測し、ドラム缶水平断面の16×16メッシュの放射能分布を求め、Ge検出器27で同一水平断面をスキャンし、上記に述べた方法で放射能評価を行なった結果を示す。

【0082】本発明の測定方式に基づく方法では放射能が何処にある場合においても、図11に併記するように、外部照射線源の設定位置に因らず同一の応答が得られ放射能分布の影響は打ち消され、精度の高い放射能濃度の測定が可能となった。それに引き換え、従来のGe検出器27に1台による全体を一括測定する方法では図11に示すように放射性廃棄物の密度が高くなると放射能が中心にある場合には極端な過小評価となり、放射性廃棄物収納容器の内縁に放射能が集中している場合には過大評価となってしまう。

【0083】なお、本発明の放射能濃度測定装置においては、ドラム缶容器を含む全重量から空ドラムの重量を引き去り充電モルタルの正味重量を求め、充填高さを考慮し平均密度を求めて放射能濃度分布および放射能評価に用いている。

【0084】

【発明の効果】以上に述べたように本発明に係る放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置においては、密度が高い放射性廃棄物で内部が比較的均質で不均質な放射能分布を有する放射性廃棄物についても、放射性廃棄物収納容器中の放射性廃棄物を仮想セグメント単位の平均

*ば良く概略下記に示す式で仮想セグメント単位の放射能量が評価される。

【0079】

【数13】

密度から各仮想セグメント単位の放射能分布およびGe検出器によるγ線エネルギースペクトルの測定を行なって、放射性廃棄物収納容器内部で生じたγ線の吸収補正計算(減衰補正計算)を行なって、仮想セグメント単位の放射エネルギーを算出し、算出された放射エネルギーを各仮想セグメント毎に積算して放射性廃棄物収納容器内全体の放射エネルギーを正確に測定したから、放射能濃度分布の如何に拘らず、放射性廃棄物の放射能濃度を精度よく、正確に測定することができる。

【0085】この放射エネルギーを測定する際、外部照射線源を用いて密度分布を測定することなく、放射性廃棄物の性状に応じ、重量測定値、受動的に測定される放射線の高さ方向の変化または照射γ線線源を密度分布測定に用いる従来の方式に比べ強度の低い照射γ線線源等の外部照射線源を用い放射性廃棄物収納容器の高さ方向の変化から充填境界部を求めることにより仮想セグメント単位の平均密度を用いることができ、仮想セグメント単位の平均密度から仮想セグメント単位の放射エネルギーに基づいて全体の放射エネルギーを求めたものであり、このため、従来の照射線源およびCT技術を用いた放射能濃度測定に比べ外部照射線源が不要であったり、または使用する外部線源の強度を少なくすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置の第1実施例を示す図。

【図2】(A)および(B)は本発明の第1実施例による位置検出器および計重部の詳細を示す図。

【図3】本発明に係る放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置の回路系構成例を示す図。

【図4】本発明の第1実施例の放射能濃度測定装置に照射γ線線源を加えた第2実施例を示す図。

【図5】本発明の第3実施例を示す図。

【図6】溶融固化体を充填した放射性廃棄物収納容器の廃棄物充填部の境界を求めるため追加する回路系を示す図。

【図7】溶融固化体を充填した放射性廃棄物収納容器の構造を示す図。

【図8】溶融固化体を充填した放射性廃棄物収納容器の測定原理を示す図。

【図9】(A)および(B)は図8のA-A線(A'-

(11)

特開平6-258496

19

A'線)およびB-B線に沿う仮想セグメント毎の断面構造を示す図。

【図10】放射性廃棄物収納容器側面の放射能強度変化から放射性廃棄物収納容器の廃棄物充填部の境界を求める原理を示す図。

【図11】200リットルドラム缶中に種々の位置にC_o-60点状外部照射線源を配置した場合の放射能測定値と線源強度の関係を従来技術(一括法)および本発明による測定の方針について比較して示した図。

【図12】Ge検出器1台により200リットルドラム缶全体を走査し、全体が均質であると仮定して重量の測定データから求められる平均密度から放射能換算係数を求める従来技術(一括法)を示す図。

【図13】200リットルドラム缶用の照射用γ線線源を用い密度分布を測定する従来技術を示す図。

【図14】廃棄物容器の仮想セグメントの考え方を示す図。

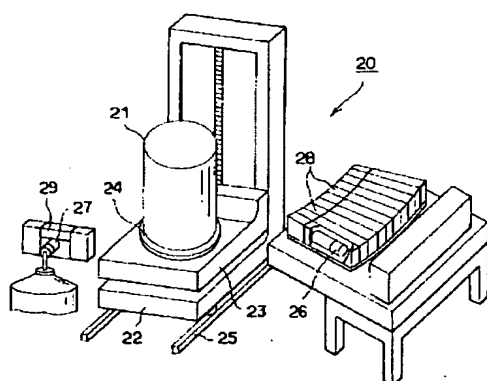
【図15】200リットルドラム缶中に種々の位置にC_o-60点状外部照射線源を配置した場合の放射能測定値と線源強度の関係を従来技術(一括法)について示し

た図。

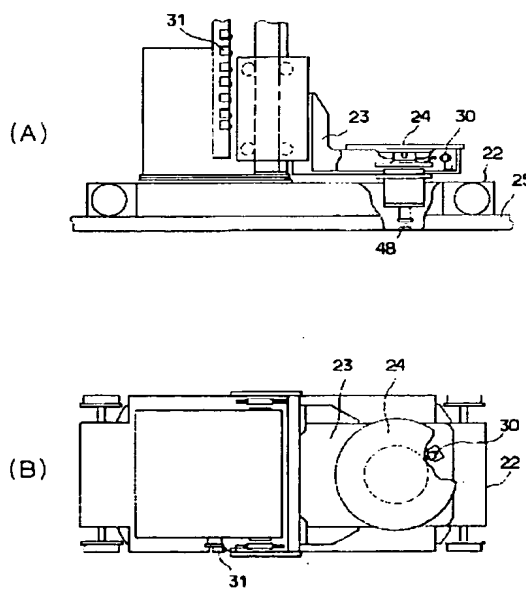
【符号の説明】

- 13 仮想セグメント
- 20 放射性廃棄物収納容器用放射能濃度測定装置
- 21 放射性廃棄物収納容器
- 22 移動台車
- 23 昇降台
- 24 ターンテーブル(回転台)
- 26 放射線強度検出器
- 27 Ge検出器
- 28, 29 コリメータ
- 30 回転方向検出器
- 31 高さ方向位置検出器
- 33 増幅器
- 37 計算機
- 41 外部照射源(照射γ線線源)
- 48 ロードセル(重量測定装置)
- 50 内部容器
- a ガラス層
- b 金属層

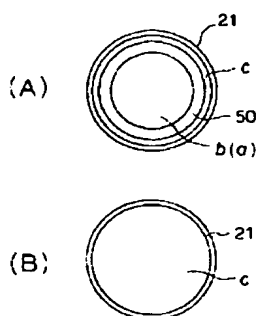
【図1】



【図2】



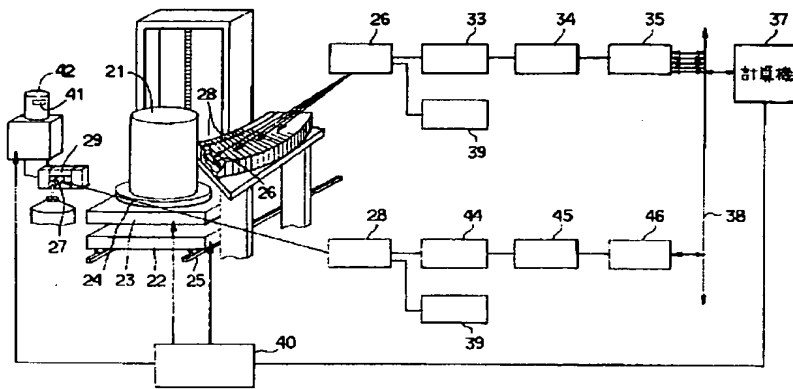
【図9】



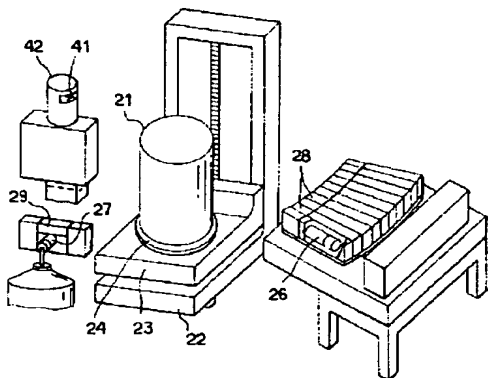
(12)

特開平6-258496

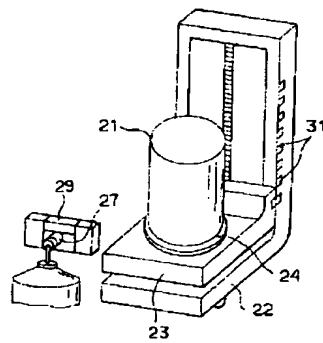
【図3】



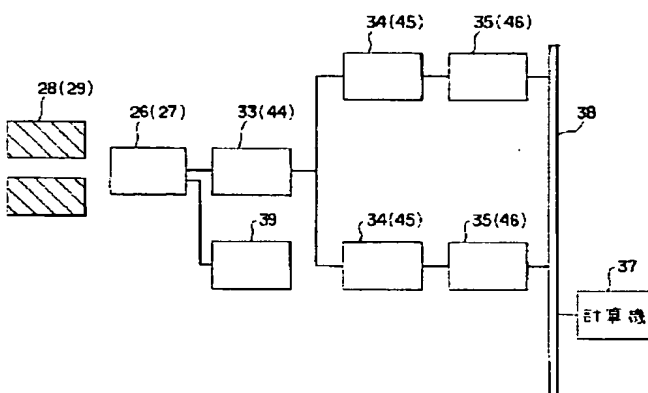
【図4】



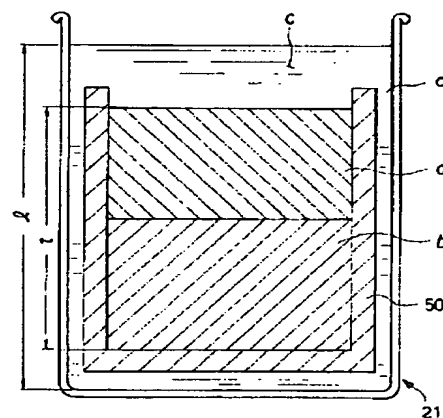
【図6】



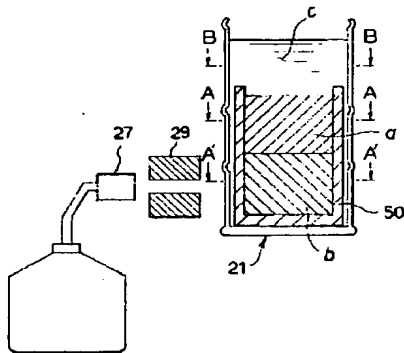
【図5】



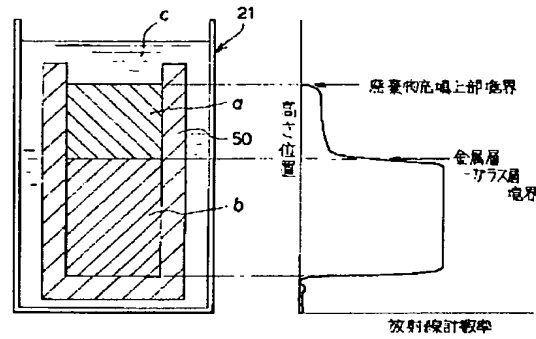
【図7】



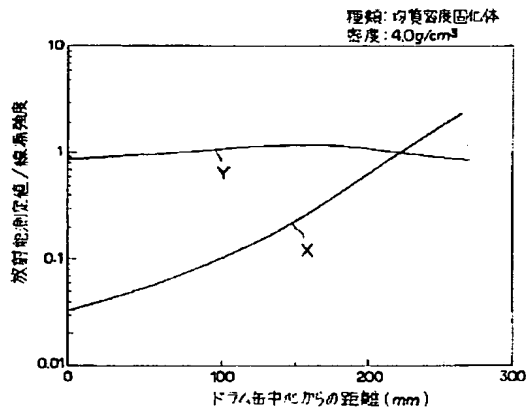
【図8】



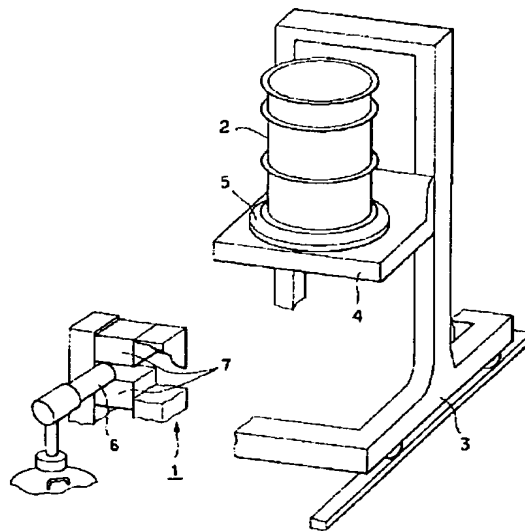
【図10】



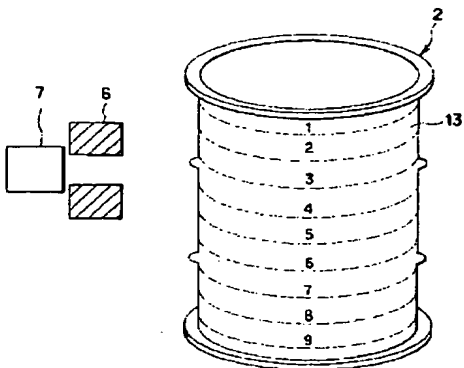
【図11】



【図12】



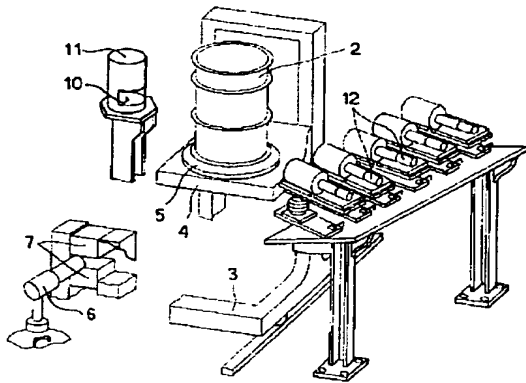
【図14】



(14)

特開平6-258496

【図13】



【図15】

